

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5509212号
(P5509212)

(45) 発行日 平成26年6月4日 (2014. 6. 4)

(24) 登録日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 9 C 43/34 (2006. 01)

B 2 9 C 43/18 (2006. 01)

B 2 9 K 105/08 (2006. 01)

B 2 9 C 43/34

B 2 9 C 43/18

B 2 9 K 105/08

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-533823 (P2011-533823)	(73) 特許権者	510001939
(86) (22) 出願日	平成21年11月5日 (2009. 11. 5)		アストン マーティン ラゴнда リミテッド
(65) 公表番号	特表2012-506804 (P2012-506804A)		Aston Martin Lagonda Limited
(43) 公表日	平成24年3月22日 (2012. 3. 22)		イギリス国, ウォリックシャー シーブイ 35 オディビー, ウォリック, ゲイドン, バンブリー ロード
(86) 国際出願番号	PCT/GB2009/002607		Banbury Road, Gaydon, Warwick, Warwickshire CV35 ODB United Kingdom
(87) 国際公開番号	W02010/052457		
(87) 国際公開日	平成22年5月14日 (2010. 5. 14)	(74) 代理人	100114775
審査請求日	平成23年5月2日 (2011. 5. 2)		弁理士 高岡 亮一
(31) 優先権主張番号	0820267. 3		
(32) 優先日	平成20年11月5日 (2008. 11. 5)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造複合材料要素の製造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のモールドの一半 (5 0 a) および第 2 のモールドの一半 (5 0 b) を含むモールド (5 0) 内で構造複合材料要素を製造する方法であって、前記方法は、

繊維または織物のプリフォーム (1 0) を準備するステップと、

前記プリフォーム (1 0) とは別個の樹脂膜 (2 0) を準備するステップと、

前記プリフォーム (1 0) および前記樹脂膜 (2 0) の一方を前記モールド (5 0) の前記第 1 のモールドの一半 (5 0 a) 内に挿入するステップと、

前記プリフォーム (1 0) および前記樹脂膜 (2 0) の一方が、前記第 1 のモールドの一半 (5 0 a) 内の前記プリフォーム (1 0) および前記樹脂膜 (2 0) の他方の底面上に配置されるように、前記プリフォーム (1 0) および前記樹脂膜 (2 0) の他方を前記第 1 のモールドの一半 (5 0 a) 内に別個に挿入するステップと、

前記第 1 のモールドの一半 (5 0 a) を前記第 2 のモールドの一半 (5 0 b) で閉じるステップと、

前記樹脂膜 (2 0) を前記プリフォーム (1 0) に含浸させるために圧縮機内で前記モールド (5 0) を加圧するステップであって、前記モールド (5 0) は前記方法の最初から最後まで加熱回路を含むモールド加熱システム (8 0) を用いて一定の加熱温度に維持される、ステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記プリフォーム(10)は、前記プリフォーム(10)の頂面上に前記樹脂膜(20)を配置するに先立ち、前記第1のモールドの一半(50a)内に配置される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記樹脂膜(20)は、組み立てられたプリフォームおよび樹脂膜を前記モールド(50)内に挿入するに先立ち、前記プリフォーム(10)上に配置される、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記加圧するステップは、100ないし300バール(10MPaないし30MPa)の圧力で行われる、請求項1ないし3のいずれかに記載の方法。

10

【請求項5】

前記プリフォーム(10)および前記樹脂膜(20)の一方を前記モールド(50)に加えることに先立ち、表面樹脂層(100)が前記モールド(50)内に挿入される、請求項1ないし4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

前記一定温度が80 および180 の間にある、請求項1ないし5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】

前記一定温度が120 および150 の間にある、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

20

前記樹脂膜(20)の樹脂は、強化剤が加えられたエポキシ熱硬化性樹脂である、請求項1ないし7のいずれかに記載の方法。

【請求項9】

前記樹脂膜(20)の樹脂が硬化するときに発熱反応を受け、前記モールド加熱システム(80)が準備され、かつ、前記一定温度を維持するために、前記回路内の加熱流体の温度を調整することにより、前記発熱反応により発生された熱を抑えるように配列される、請求項1ないし8のいずれかに記載の方法。

【請求項10】

第1のモールドの一半(50a)および第2のモールドの一半(50b)を含むモールド(50)内で複数の構造複合材料要素を連続的に製造する方法であって、前記方法は、請求項1ないし9のいずれかに記載のステップを含み、さらに、前記モールド(50)から前記構造複合材料要素を取り出すステップと、前記モールド(50)が空である間に、加熱回路を含むモールド加熱システム(80)を用いて連続的な構造複合材料要素の製造の中間に前記モールド(50)を一定の加熱温度に維持するステップと、次に請求項1ないし9のいずれかに記載の方法を繰り返すステップとを含む、方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、構造複合材料要素の製造方法、さらに、構造複合材料要素に関する。

40

【背景技術】

【0002】

複合材料要素は、長年、いくつかの周知のプロセスを用いて製造されてきた。これらのプロセスは、主に、ハンド積層プロセス、液体複合材料成形プロセスおよび圧縮成形プロセスの3つカテゴリーに分類される。ハンド積層プロセスは、少容量構造要素の製造に用いられ、またそれ自体は航空宇宙産業、海洋産業およびモータースポーツ産業で用いられている。ハンド積層プロセスは、湿式レイアップ、プリプレグ・レイアップ、樹脂膜注入(RFI)のようなプロセスを含む。液体複合材料成形(LCM)技術は、一般的に、旅客車両の乗客用フロアまたは貨物用フロアのような中容量半構造要素を製造するために用いられる。LCMは、液体樹脂注入(LRI)、構造反応注入成形(SLIM)および樹

50

脂トランスファー成形 (R T M) のようなプロセスを包含する。圧縮成形プロセスは、一般的に、無負荷支持車体パネルのような非構造要素を製造するために用いられる。このプロセスは高容量プロセスであり、また、多量成形材料 (B M C) 、生地成形材料 (D M C) およびシート成形材料を含む。

【 0 0 0 3 】

低容量ハンド積層方法の一例が樹脂膜注入 (R F I) である。R F I は高価な織物材料の使用を含み、前記織物材料は該材料に組み込まれた樹脂膜からなるプレ・インストール層を有する。前記材料は切断されたキットからなり、人手によりモールド内に配置される。モールドは、積層組立体を完成させるに先立ち樹脂膜が流動することを防止すべく、モールド内の材料片の堆積のために十分に冷えていなければならない。次いで、モールドは、材料中の繊維から空気を除去するために真空にされる。

10

【 0 0 0 4 】

次に、要素が養生される前に、樹脂の粘度を下げて樹脂が繊維を経て浸透し得るようにするため、モールドが加熱される。織物マット中の繊維の配列は樹脂が繊維に比較的容易に浸み込むことを可能にするものであり、その結果、典型的には 4 5 % から 5 5 % である繊維高体積率を有する複合材料要素が生じる。この製造方法は高品質の構造材料を生み出す。しかし、このプロセスの欠点は、人手によるモールド内への材料片の堆積およびモールドを低温から高温へと繰り返し、次いで部品が製造されるたびに低温に戻すことの必要のために多大の労力と製造時間とを要することにある。また、このプロセスはキットに切断するプロセスのために非常に無駄の大きいものであるということが出来る。織物 / 樹脂材料の 3 0 % ないし 5 0 % もがこのプロセスにおいて浪費され得る。

20

【 0 0 0 5 】

中容量 R T M プロセスは、乾燥繊維要素のプリフォームをモールド内に挿入し、樹脂が繊維を互いに結合するように加圧樹脂をプリフォームに注入することを含む。繊維と樹脂とはその後養生され、完成した半構造要素を生じさせる。

【 0 0 0 6 】

プリフォームは硬い三次元補強プリフォームであり、これは、良好な部品間一致率を有する、多くの場合複雑な形態のプリフォーム要素の高容量製造率を可能にする米国特許第 6 , 5 2 7 , 5 3 3 号明細書に開示されているような自動システムを用いて有利に製造される。前記自動システムにおいて、半構造補強プリフォームは、バインダにより互いに保持されかつ所定の構造および形態のランダム配列繊維に成形された短繊維、例えばカーボン又はガラスで作られる。

30

【 0 0 0 7 】

R T M プロセスの間、液体樹脂が、通常は 1 メガパスカル (M P a) より低い圧力でプリフォームの繊維に注入される。この高い圧力は、特に大きい要素において、樹脂をプリフォームに通して進めるために必要とされる。したがって、樹脂を注入するために用いられる装置はこのような高圧を与えることができるものでなければならず、またこのために高価である。樹脂は、繊維を経て進むことができるように、最大で 3 0 分間、液状でなければならない。

【 0 0 0 8 】

40

R T M プロセスを用いて製造される構造要素および半構造要素には、種々の理由で品質上の弱点がある。注入プロセスは、高圧での「ファイバ・ウオッシュ」として知られる効果を生じさせ、この効果においては、樹脂が進むにつれて、樹脂がプリフォーム内の繊維を乱し、繊維の配列を変え、要素内に構造不全を生じさせる。さらに、使用される樹脂は、第 1 にそれが貯蔵タンクからモールドに汲み上げられ得るように、また第 2 にそれが要素の一端から他端まで繊維を経て進むのに必要とされる間液状であるように、室温での粘性が十分に低いものでなければならない。これは、樹脂が、結果として生じる複合材料要素を強化することを除いて、強化剤を含むことができないことを意味する。強化剤は樹脂の粘度を増大させるからである。さらに、完成した要素内の繊維の体積率は、X 平面、Y 平面および Z 平面のそれぞれにおけるプリフォームのランダム配列繊維の低透過性と、樹

50

脂が3次元の繊維に浸透する必要性とのために、多くの場合、30%ほどである。

【0009】

SMC圧縮成形は、まずキャリア膜上に成形される必要量の材料を形成することを含む。短いガラス繊維、樹脂/穴埋め剤および他の添加剤がキャリア膜上加えられ、次いで、結果として得られる混合物がSMCを製造するためにローラ間で圧縮される。次に、必要量の材料がSMCから切り取られ、前記必要量が開放モールドの一半内に該モールドの内面のほぼ30%ないし70%を覆うように配置される。次いで、モールドの第2の一半が圧縮成形手段を用いて第1の一半上で閉じられ、モールドの空洞が満たされるまで前記必要量を流動させる。この動作は、複数の「溶接線」に出会う多数の前進流頭を生じさせ、前記溶接線は該溶接線を横切る繊維の欠如のために結果として生じる要素に弱い領域を形成する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

高品質の構造複合材料要素を低サイクル時間で製造する高容量プロセスを実現するために現在の製造技術を改善することが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

一実施形態によれば、第1および第2のモールドの一半を含むモールド内で構造複合材料要素を製造する方法が提供され、この方法は、繊維または織物のプリフォームを準備するステップと、前記プリフォームとは別個の樹脂層を準備するステップと、前記プリフォームまたは前記樹脂層の一方を前記第1のモールドの一半内に挿入するステップと、前記プリフォームまたは前記樹脂層の一方が前記第1のモールドの一半内の前記プリフォームまたは前記樹脂層の他方の頂面上に配置されるように前記プリフォームまたは前記樹脂層の他方を前記第1のモールドの一半内に別個に挿入するステップと、前記第1のモールドの一半を前記第2のモールドの一半で閉じるステップと、前記樹脂膜を前記プリフォームに含浸させるために圧縮機内で前記モールドを加圧するステップとを含み、前記モールドは前記製造の方法の最初から最後まで一定の温度に維持される。

20

【0012】

前記プリフォームは典型的な中容量プロセスに見られるようなランダム配列繊維で形成することができるが、前記要素の品質は、前記樹脂膜が主として前記繊維プリフォームのZ平面を経て、またそれほどではなくX平面およびY平面を経て浸透する必要があるためにRFIにより製造されるものに近づき、このため、完成した要素内の繊維の体積率を増大させる。

30

【0013】

さらに、樹脂膜の使用により、RTMプロセスで使用する必要のある液体樹脂が不要とされ、前記樹脂膜が前記モールドに汲み上げられることを必要としないため、良質の樹脂、好ましくはエポキシの使用が可能である。前記樹脂膜は、射出装置またはロボット操作の必要なしに人手により容易に取り扱うことができる。また、別個の樹脂膜は、樹脂がプリフォームと一体である場合のように、前記モールド内へのプリフォームと樹脂との組立体の挿入の間に前記モールドが冷却される必要のないことを意味する。前記樹脂膜は、前記繊維プリフォームを加えることとは別個に、前記要素を組み立てる者により前記モールドに単に加えられるだけである。前記モールドが閉じられると、高められたモールド温度のもとで前記樹脂膜の温度が上昇し、「溶融された」樹脂膜が前記プリフォームの繊維に浸透する。前記要素の製造時間は結果としてRFIプロセスまたはRTMプロセスのいずれよりも非常に短い。また、前記樹脂膜は、この分野で知られているように、結果として生じる複合材料要素の強度を改善する強化剤を含む。

40

【0014】

一実施形態において、前記加圧ステップは100ないし300MPa間の高圧下で実施される。

50

【 0 0 1 5 】

前記モールド内に前記樹脂層およびプレフォームを加えるステップに先立ち、前記モールド内に表面樹脂層を加えてもよい。前記表面樹脂層は、結果として生じる複合材料要素の前記モールドに面する側面に高品質の化粧面が形成されることを可能にする。

【 0 0 1 6 】

これらのおよび他の改善点は、添付図面を参照する本発明の好ましい非限定の実施形態の以下の説明を読むことにより、当業者に明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】一実施形態に係る方法に使用される網形のプリフォーム、分離樹脂層、およびモールドの概略図を示す。

10

【図 1 a】モールド外の実施形態と分離樹脂層と共に前記モールド内に配置された繊維プリフォームの概略図を示す。

【図 2】モールド内に分離樹脂層を挿入するに先立ち網形のプリフォームが前記モールド内に挿入されている本発明の第 1 の実施形態の概略図である。

【図 3】網形のプリフォームに先立ちモールド内に樹脂層が挿入されている本発明の他の実施形態の概略図である。

【図 4】以下の説明において言及される座標システムを示す概略である。

【図 5】第 1 の実施形態の変形の概略である。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 1 8 】

図 1 は、網形のプリフォーム 10 と、樹脂膜 20 の分離層との概略図を示し、これらはモールドの一半 50 a 内におけるこれらの組立に先立つものである。網形のプリフォーム 10 は、廉価な構造炭素繊維の複数のストランドとバインダとからなる。前記プレフォームを製造する多くの方法があり、そのうちの 1 つに、当業者に理解されるようなプリフォームの「テーラメード」がある。前記プリフォームは、これに代えて、米国特許第 6,527,533 号明細書に記載されているような自動ロボットおよびコンピュータ制御のプロセスを用いて製造することができる。このプロセスでは、前記繊維と前記バインダとがスクリーンに塗布される。次に、これらの材料は圧縮され、前記バインダを溶解させる熱気流にさらされる。圧縮された前記プリフォームは、次いで、前記バインダを凍らせかつ前記プリフォームを固くするために冷却される。前記繊維プリフォームは、次に、前記モールドから取り出され、構造複合材料要素の製造の準備が整う。高容量の繊維プリフォームは、この方法で、多くの場合複雑な形状で、繊維材料を少しも浪費することなしに、製造することができる。

30

【 0 0 1 9 】

樹脂膜 20 は、当業者に知られているような強化剤が加えられた炭素エポキシ熱硬化性樹脂を含む。前記強化剤は、前記 R T M プロセスで使用される液体樹脂と比べると、出来上がった複合材料要素の構造的品質を改善する。前記 R T M プロセスで強化剤が使用され得ない理由は、前記液体樹脂の粘性が、通常、前記樹脂が前記繊維を経て流動するのに必要な時間液体のままにしているのに十分な低さでないことである。

40

【 0 0 2 0 】

図 2 に示された第 1 の実施形態において、前記モールドはマッチド・モールドの一半 50 a および 50 b からなるマッチド・モールドである。前記モールドの空洞は、形成される前記要素のために特別に形状付けられている。まず、繊維プリフォーム 10 が図 1 a に示されているようにモールド 50 a に加えられる。樹脂膜 20 は前記モールドに別個に加えられる。それはロールに巻かれたフィルムの形態で供給されるので、前記フィルムを前記繊維プリフォームの長さに切断し、前記フィルムで前記繊維プリフォームの頂面を覆うことができる。複合体要素の形状に合わせて、前記プリフォームの頂面を覆うために必要に応じて前記樹脂フィルムのストリップで前記プリフォームを覆うことができる。

【 0 0 2 1 】

50

次に、前記モールド内の繊維プリフォームから余分な空気を取り除くため、前記モールドの空洞（明瞭にするために図示されていない、前記モールドのエッジにおいて密封されている）の内部が真空にされる。真空は、真空ポンプ 65 を介して生成され、また、真空計 75 で監視される。次に、前記モールドの両一半内のプリフォームと樹脂層とを密封するためにモールド 50b がモールド 50a 上に固定される。図 2 に概略的に示されているように、前記モールドとその内容物とに圧力を加えるため、シート成形複合物（SMC）プロセスで用いられているような圧縮成形手段すなわちプレス機 70 が用いられる。前記モールドは、前記構造複合材料要素を製造するに先立ち、予め定められた温度に加熱される。前記モールドは加熱され、またその温度は、図 2 に示された実施形態において固体金属製モールドにドリルで開けられた複数の穴であって該穴内に加熱媒体が供給される複数の穴からなるモールド加熱システム 80 により調整される。前記加熱媒体の温度は、以下にさらに述べられているように、前記モールドを所望の温度に維持するために調整される。前記熱および圧力は、前記樹脂膜を溶かし、前記樹脂膜がその下方の前記繊維プリフォーム内に流化するようにその粘度を低下させるのに役立つ。前記樹脂は主に図 4 に示された座標システムに従って前記繊維プリフォームの Z 平面を経てのみ流動し、かつそれほどは X 平面および Y 平面を経て流れないため、このプロセスは RTM よりもより一層迅速である。このプロセスは、前記圧縮成形手段により付与可能である高い圧力、典型的には 100 ないし 300 MPa であり、例示の実施形態では約 200 MPa で動作するため、さらに迅速である。この全プロセスは、複雑な形状の要素であっても、完了までに要する時間は約 5 分間である。

【0022】

有利なことに、従来のプリプレグ成形プロセスにおけるように組み立てられた樹脂及び繊維の積層を置くためにあるいはこの置くプロセスが完了する前にプレ・インストールの樹脂膜が時期尚早に流動することを防止するために前記モールドを冷却する必要がないことから、前記モールドは成形プロセスおよび中間の継続した成形を通して前記モールド加熱システム 80 により一定の設定温度に維持される。前記温度は特別なタイプの樹脂にもよるが、典型的には 80 および 180 の間である。一実施形態では、前記温度の範囲は 120 ないし 150 である。前記樹脂は前記圧縮成形ステップの間に発熱反応を受け、またそれが養生するときに熱を発生するが、前記熱は前記モールド加熱システムにより抑えられ、このため前記モールドはその設定温度を超えて熱くならない。固体金属製モールドに関して、前記モールド加熱システムは典型的には前記固体金属にドリルで穴を開けられた加熱回路からなる。薄い金属性モールドに関して、前記加熱システムは典型的には前記モールドの背面に半田付けされあるいは固定された回路を形成するための 1 または複数の銅管からなる。いずれの実施形態においても、加熱された流体あるいは加圧された水または油が前記手段を加熱するために汲み上げられ、前記回路を巡る。前記モールドの温度は、図 2 に概略的に示されているように、コントローラ 85 において前記回路内の加熱流体の温度を調整することにより設定されかつ制御される。

【0023】

本発明のこの特徴は、一旦前記圧力成形ステップが完了すると、前記モールドを開いて、養生された要素を前記モールドから取り出すことができ、また、前記モールドを、従来技術である高繊維体積率プロセスで必要とされるような最初にモールドを冷却する必要なしにほとんど即座に再使用に供することができ、これにより前記複合材料要素の成形および養生のためのサイクル時間を最小限にすることを示す。

【0024】

当業者は前記繊維プリフォームを前記モールドに最初に加えることでより良い結果が得られると認識するであろうが、これは前記モールド内でフィルムで覆うために少し長い時間をユーザに与えるため、代替の実施形態においては、図 3 に見られるように繊維プリフォーム 10 の挿入に先立ち樹脂膜 20 が前記モールド内に加えられる。代わりに、前記プロセスのさらなる迅速化を図るため、前記組み立てられたプリフォーム / フィルムを前記モールドに挿入するに先立ち、前記プリフォームを前記樹脂膜で覆ってもよい。

【 0 0 2 5 】

前記実施形態は、前記要素が使用中に入目につかないため、表面仕上げが重要でない構造複合材料要素の製品を示す。しかし、化粧表面が求められる場合には、図 5 に概略的に示されるように、樹脂層 10 または繊維プリフォーム 20 を加えるに先立ち表面樹脂層のフィルム 100 が前記モールド内に挿入される。表面樹脂層はこの分野において知られているものであり、また、加熱によって前記繊維プリフォームを通して浸出せず、これはスクрим層がそうすることを防止することによる。そのようなものとして、前記表面樹脂層は、養生されると、滑らかで光沢のある表面仕上げを生じさせるように前記要素の表面上に横たわる。

【 0 0 2 6 】

10

添付の特許請求の範囲に規定された本発明から逸脱することなしに、さまざまな変更が前記実施形態に施されることは当業者には明らかであろう。

【 図 1 】

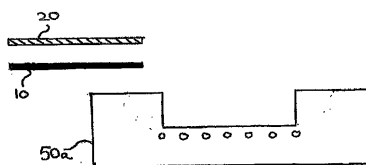


Fig. 1

【 図 1 a 】

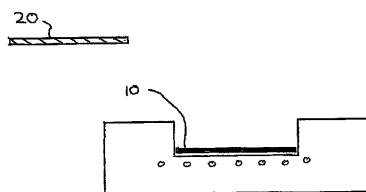


Fig. 1a

【 図 2 】

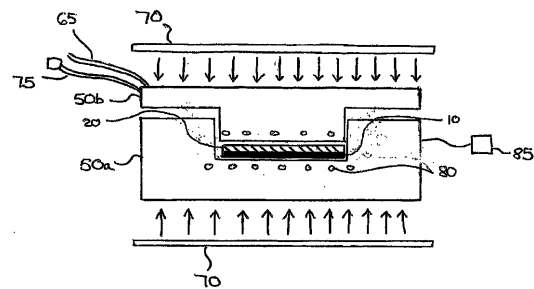


Fig. 2

【 図 3 】

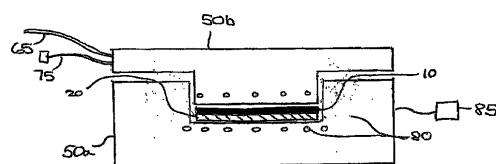


Fig. 3

【図 4】

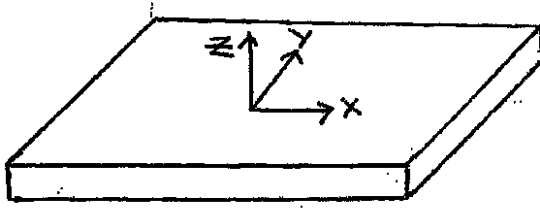


Fig. 4

【図 5】

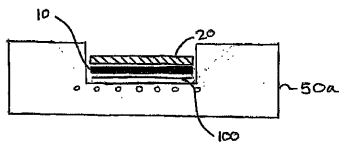


Fig. 5

フロントページの続き

(72)発明者 ケンドール, ケン
イギリス国, ウォリックシャー シーブイ47 8エヌイー, ナプトン, バット ヒル, ザ ラー
チズ

審査官 長谷山 健

(56)参考文献 特開平09 - 123198 (JP, A)
国際公開第2008 / 038429 (WO, A1)
特開昭62 - 183317 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 39 / 00 - 43 / 58
70 / 00 - 70 / 68